

Desarrollo de una aplicación para dispositivos móviles para llamadas de auxilio geolocalizadas

VEYNA-LAMAS, Manuel*†, VELÁZQUEZ-MACÍAS, Jesús, VELA-DÁVILA, José Alberto y TORRES-GARCÍA, Cecilia

Universidad Politécnica de Zacatecas, Programa Educativo de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Plan del Pardillo S/N, Parque Industrial, Fresnillo, Zac. C.P. 99059

Instituto Tecnológico Superior de Fresnillo, Av. Tecnológico número 2000, Col Solidaridad, Fresnillo, Zac. C.P. 99040

Recibido Enero 5, 2017; Aceptado Marzo 8, 2017

Resumen

En la ciudad, en el trayecto al trabajo, durante los viajes, y en general en las actividades cotidianas, se presentan situaciones que en ocasiones se requiere solicitar algún servicio de emergencia pero no siempre se conoce la ubicación exacta, dato valioso para que las centrales de emergencia canalicen a la unidad de atención mas cercana agilizando con ello los tiempos de respuesta. Y más allá de eso, en situaciones de siniestro se vuelve aún de más valor que los centros de comando puedan tener imágenes de lo que sucede para con ello canalizar los servicios necesarios y suficientes para la atención de situaciones de emergencia u otra índole. En este trabajo se describe la justificación de la importancia de aplicaciones para dispositivos móviles utilizando la localización mediante el uso del GPS. El diseño de una aplicación inicial arrojó el potencial que tienen estos tipos de desarrollos y su interés por la industria privada y el sector gubernamental. El desarrollo y etapa de pruebas de un aplicativo para envío de mensajes geo-referenciados en conjunto con una empresa desarrolladora de software, con el objetivo de comercializarlo con los gobiernos estatales y municipales para la atención de llamados de emergencia y reportes ciudadanos.

Android studio, google maps, ubicación, emergencia

Abstract

In the city, on the way to work, during the trips, and in general in the daily activities there are occasions when situations occur in which an emergency service is required but the exact location is not always known, a valuable data for the Emergency Services to make quicker decisions on which unit of attention send the report for its attention and improve response times. And beyond that, in situations like sinister it becomes even more valuable that command centers can have images of what is happening in order to determine the services necessary and sufficient for the attention of emergency or other situations. This paper describes the justification of the importance of applications for mobile devices using localization through the use of GPS. The design of an initial application showed the potential of these types of developments and their interest in private industry and the government sector. The development and testing of an application for sending geo-referenced messages in conjunction with a software development company, with the objective of commercializing it with the state and municipal governments for the attention of emergency calls and citizen reports.

Android studio, google maps, location, emergency

Citación: VEYNA-LAMAS, Manuel, VELÁZQUEZ-MACÍAS, Jesús, VELA-DÁVILA, José Alberto y TORRES-GARCÍA, Cecilia. Desarrollo de una aplicación para dispositivos móviles para llamadas de auxilio geolocalizadas. Revista de Cómputo Aplicado 2017, 1-1: 57-67

* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: mveyna@upz.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

El uso de dispositivos móviles es ya parte cotidiana de la vida de las personas, y cada vez tienen más características y recursos para facilitar la vida de quienes los utilizan. Igualmente el desarrollo de las App en los últimos 5 años ha crecido de tal manera que ya es común del desarrollo para necesidades de cualquier índole y dar así solución a las mismas, siendo una de las características de frecuente uso y utilidad la geolocalización mediante el GPS del dispositivo para ubicar la posición de personas, automóviles, teléfonos, y cualquier otro tipo de objeto equipado con esta tecnología.

El presente trabajo muestra el desarrollo del prototipo de una App para dispositivos móviles que obtiene la localización mediante el GPS y envía un mensaje a otro dispositivo mediante SMS a un número deseado o automáticamente previamente configurado. Luego, basada en esta, el desarrollo y pruebas de una App completa que envía los mensajes a un servidor central mediante la red de datos hacia un centro de mando, en el que se concentran las llamadas de emergencia y reportes ciudadanos.

Además estos desarrollos han sido pioneros en las universidades de la región del estado de Zacatecas innovando en el desarrollo de Aplicaciones móviles que hacen uso de la Geolocalización.

Justificación

Ya sea en situaciones de emergencia o de vigilancia, para la localización de personas de interés o algún lugar en particular se hace necesario conocer la ubicación para dar una respuesta adecuada y llegar al lugar requerido a la brevedad posible aun sin que se tenga conocimiento del lugar explícito por parte de quien hace un llamado, sino que pueda determinarse mediante su coordenada e incluso el domicilio desde el que se hace el llamado.

Otra aplicación altamente requerida por las empresas o instituciones es la necesidad del rastreo de personas o vehículos a su cargo para ubicarlos y optimizar tiempos de respuesta en sus rutas.

Los servicios de emergencia son el caso mas representativo de rastreo de llamados de situaciones de riesgo, en las que además de la ubicación, si es posible, es valioso recibir imágenes o datos de la situación en cuestión para determinar la magnitud y con ello el tipo de ayuda requerida.

Contexto

La Universidad Politécnica de Zacatecas (UPZ) fue creada el 2 de septiembre de 2002 bajo el Decreto de Creación expedido por el Gobierno del Estado de Zacatecas, y publicado en el Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado Libre y Soberano de Zacatecas.

En 2004 iniciaron los trabajos del programa educativo en Ingeniería en Sistemas Computacionales, cuyos programas de estudio están homologados en las Universidades Politécnicas que ofrecen esta carrera. Actualmente dentro de su currícula incluye en sus materias regionales dos de Programación e Dispositivos Móviles, que han permitido estar a la vanguardia en las necesidades de las habilidades que estos profesionistas requieren.

Fundamentos

Geolocalización por GPS

En 1969, la Oficina de la Secretaría de Defensa (OSD por sus siglas en inglés), estableció el programa del Sistema de Navegación por Satélite de la Defensa (DNSS) para consolidar los esfuerzos de los desarrollos independientes de la milicia para formar un solo sistema de uso consolidado.

De este esfuerzo se formó el concepto de NAVSTAR GPS (NAVigation Satellite Timing And Ranging Global Positioning System), cuyo programa fue desarrollado por la Oficina Adjunta del Programa GPS (JPO). El sistema se conoce comúnmente como GPS (Kaplan & Hegarty, 2006, pp. 2-3).

Éste provee la posición tridimensional e información de la velocidad en forma exacta, continua y alrededor del mundo a los usuarios que tengan un receptor apropiado. El GPS también transmite una forma del Tiempo Coordinado Universal (UTC). Consiste de 24 satélites, estaciones terrestres alrededor del mundo para controlar y monitorear los satélites y los receptores propiedad de los usuarios. El GPS puede proporcionar servicio a un número ilimitado de usuarios ya que éstos sólo son receptores pasivos (“The Global Positioning System”, 2017).

Android

Android® es un sistema operativo inicialmente pensado para teléfonos móviles con pantalla táctil, como teléfonos inteligentes, tablets y también para relojes inteligentes, televisores y automóviles. Lo que lo hace diferente es que está basado en Linux, un núcleo de sistema operativo libre, gratuito y multiplataforma.

Esta plataforma permite programar aplicaciones que se ejecutan en una variación de la Máquina Virtual de Java (JVM) llamada Dalvik (Clodoaldo y Robledo, 2013), pero a partir de Android 5.0 se reemplaza Dalvik por ART. Esta nueva máquina virtual consigue reducir el tiempo de ejecución del código Java hasta en un 33% (UPV, 2017). Su ambiente de desarrollo proporciona las herramientas para desarrollar aplicaciones que acceden a las diferentes funciones de los dispositivos tales como la cámara, el GPS, los sensores, las llamadas, los mensajes SMS, la agenda, los contactos, entre otros, mediante el lenguaje de programación Java.

También se destaca el ascenso de la plataforma Android, que en cinco años ha alcanzado una cuota de mercado superior al 80%, como se observa en la Fig. 1 que muestra el porcentaje de teléfonos inteligentes vendidos en el mundo de acuerdo a su sistema operativo.

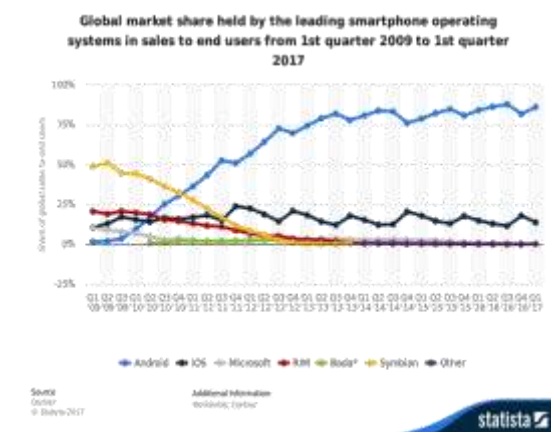


Figura 1 Porcentaje de teléfonos inteligentes vendidos en todo el mundo, según su sistema operativo

Fuente: Statista, citando a Gartner Group

Google Maps

Google Maps es un servidor de aplicaciones de mapas en la web. Pertenece a la empresa Alphabet Inc. subsidiaria de Google. Proporciona imágenes de mapas desplazables, así como fotografías por satélite del mundo e incluso la ruta entre diferentes ubicaciones o imágenes a pie de calle con Google Street View (Wikipedia, 2017).

Google Maps no es un software libre como lo es Android. Está limitado a unas condiciones de servicio. Se puede usar de forma gratuita ilimitadamente para Apps de Android. Se puede incluir publicidad en los mapas o incluso puede usarse en aplicaciones móviles de pago, y en el caso de aplicaciones web siempre que una no realice más de 25,000 solicitudes geográficas al día (Tomás, 2016).

Metodología y herramientas

Metodologías ágiles

En febrero del 2001, tras una reunión celebrada en Utah, nace el término "ágil" aplicado al desarrollo software. El objetivo fue esbozar los valores y principios que deberían permitir a los equipos desarrollar software rápidamente y responder a los cambios que pueden surgir a lo largo del proyecto (Abrahamsson, 2005, pp. 20-23).

Metodología de Desarrollo mobile-D

Esta metodología fue creada por un grupo de investigadores del Centro de Investigación Técnico Finlandés (VTT), como parte del proyecto ICAROS. Su diseño se basa en otras metodologías ágiles existentes como eXtreme Programming, RUP y Crystal methodologies. Las metodologías ágiles enfatizan las comunicaciones directamente entre el equipo de trabajo más que la documentación. mobile-D Fue creado con el objetivo de ser una metodología de rápidos resultados, enfocada a grupos de trabajo pequeños, con confianza entre sus miembros y niveles de habilidad similares, buscando la entrega de resultados funcionales en periodos cortos de tiempo que no superen las 10 semanas.

Blanco, P. et al (2009) mencionan que un ciclo de proyecto con la metodología Mobile-D está compuesto por cinco fases:

- Fase de Exploración: Se realiza la planificación y recolección de requisitos del proyecto, con lo que se define el alcance del proyecto y todas las funcionalidades del aplicativo.
- Fase de inicialización: Se prepara y verifica todo el desarrollo y todos los recursos que serán necesarios.

- Fase de producción: Se realizan los ciclos de programación de tres días, en forma iterativa hasta implementar las funcionalidades requeridas.

- Fase de estabilización: Se llevan a cabo las últimas acciones de integración para verificar el funcionamiento del aplicativo en conjunto. También puede incluirse la generación de documentación.

- Fase de pruebas: Se realiza el Testing de la aplicación una vez terminada. Si se encuentran errores, se procede a su corrección pero ya no se deben realizar desarrollos nuevos de última hora.

Diseño inicial

El desarrollo se pensó en la plataforma Android dada la extensión que abarca en el mercado de smartphones y la facilidad de desarrollo mediante Eclipse o Android Studio.

En un principio se pensó en la localización entre personas sobre las que se requiere algún tipo de control de su ubicación, diseñando una App que enviara un mensaje mediante SMS hacia un receptor que también la utiliza, la cual al recibir un SMS abre una pantalla con un mapa en el que se muestra la ubicación del solicitante.

Cuando se presiona el botón de Ayuda se obtienen las coordenadas que proporciona el GPS del dispositivo y se envían al destinatario, como se muestra en la Fig. 2.



Figura 2 Pantalla principal de la App "Encuén-trame" elaborada en la UPZ

Fuente: captura de pantalla durante fase de Testing

La API de Android permite hacer desarrollos que interceptan los mensajes SMS, las llamadas y otras funciones de datos entrantes al dispositivo. En este caso al recibir un SMS con un formato preestablecido, se redirige el flujo de la App hacia la presentación de un Mapa de Google posicionado en la ubicación recibida.

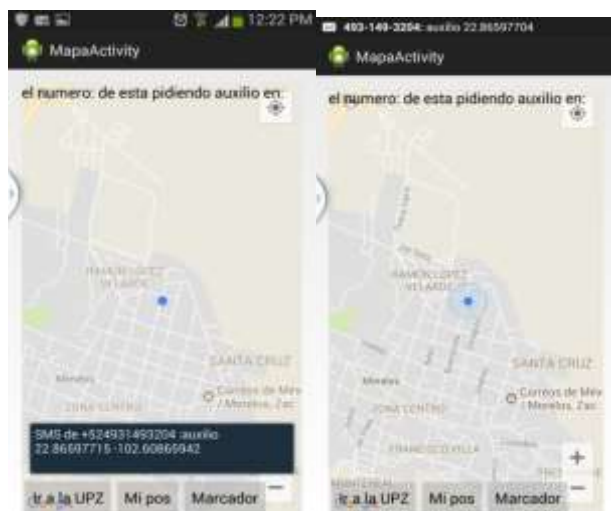


Figura 3 Pantalla de "Encuén-trame" mostrando la localización de quien pide ayuda

Fuente: captura de pantalla durante fase de Testing

La Fig. 3 nos muestra la pantalla de la App en la que se abre un Mapa de Google, apreciando también la notificación del SMS recibido.

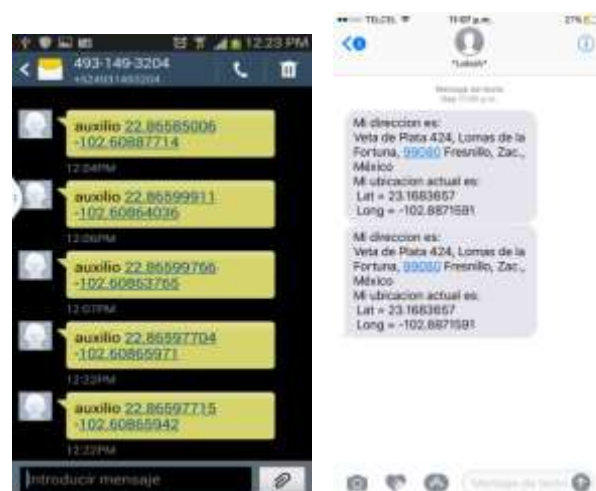


Figura 2 "En el dispositivo se almacenan los SMS como cualquier otro"

Fuente: captura de pantalla durante fase de Testing

La Fig.4 nos muestra el historial de mensajes almacenados en el teléfono receptor. En caso de no contar con un teléfono que pueda desplegar mapas, las coordenadas (Latitud y Longitud) de la ubicación también pueden ser de utilidad. Posteriores versiones de Android, que no se incluyeron en esta Aplicación, adicionaron la característica de obtener también el domicilio, lo que facilitará aún más el encontrar la ubicación buscada y reducir el tiempo de respuesta para una atención.

Potencial generado

Durante este trabajo se vio el potencial que se tenía para implementarlo para diversos usos, tanto en el académico como en el sector empresarial y gubernamental.

Esto permitió continuar los trabajos de la búsqueda de mejoras de los canales de comunicación para la transmisión de datos, y para canalizarlo a un servidor central en el que se pudieran recibir todos los llamados de auxilio y presentarlos en una pantalla para determinar el tipo de emergencia y enviar la ayuda adecuada a cada caso con las unidades más cercanas al lugar.

La idea de este diseño dio lugar a un trabajo desarrollado en conjunto con una empresa de desarrollo de software que mediante la gestión de recursos de los programas de innovación y desarrollo tecnológico de CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología), y consistió en la creación de la App mencionada en forma completa y profesional para ser objeto de comercialización a los centros de emergencia y protección civil de los estados y municipios. Para esto se planteó clasificar las atenciones que requieren de Policía, Accidente de tránsito, Bomberos, Reportes ciudadanos de otro tipo, y el Botón de Pánico. Éste último se utilizaría en caso de no tener tiempo o manera de proporcionar datos informativos.

Desarrollo

Base de datos

La base de datos seleccionada para el prototipo fue MySQL por ser de uso libre y gratuito, aunque de acuerdo al patrón MVC (Modelo-vista-Controlador) se separó la capa de persistencia y se diseñó con sentencias SQL estándar para dejar abierta la posibilidad de cualquier cambio de base de datos y no se requiera por ello modificación del código del aplicativo.

La página web para la consola de recepción de mensajes se implementó mediante PHP insertando javascript para darle funcionalidad, y utilizando el API de Google Maps en su versión 2 para web.

Determinar la forma de localización

Para determinar cuál es el mejor localizador de para una App depende si el usuario cambia de posición o puede desactivarse alguno de los localizadores. Una opción es utilizar el GPS solamente si se requiere una precisión muy exacta o si se piensa utilizar al aire libre. O utilizar la localización por Redes si el consumo de batería es un problema o se utilizará en interiores. La tercera opción es utilizar los dos localizadores en paralelo, según el que encuentre disponible. Para el prototipo se decidió utilizar inicialmente el GPS, ya que para etapa de pruebas se hizo al aire libre, en recorridos tanto a pie como en vehículo. En la versión definitiva se implementó con la tercera opción, encontrando que el GPS no funciona o es difícil de localizar en lugares cerrados como es dentro de edificios, por lo que la red proporcionaba una ubicación aproximada. Esta localización ya no es tan precisa, ya que se requeriría realizarla mediante las redes detectadas o los Access Point, lo cual ya sería otro trabajo de investigación por separado.

Para el envío del llamado con sus datos se realizó mediante el protocolo Http y la función HttpRequest que es el canal que se utiliza para conectarse a otro dispositivo mediante un enlace de red, y al quedar registrado se genera un Folio de atención el cual es devuelto al dispositivo móvil y recibido mediante la función HttpResponse. Para esto era necesario que se contara con señal de WiFi o Plan de datos.

Diseño de la página web de del centro de mando

El diseño de la página web consistió en el uso del API de Google Maps, mostrando en un punto en el mapa los reportes almacenados en la base de datos mediante un marcador, de color diferente de acuerdo al tipo de llamado.

En la primera versión se hacía un refrescado manual de la página mediante el navegador, en la segunda versión se hizo el refrescado automático cada 10 segundos y luego cada 30 mediante las instrucciones propias de php, resultando no funcionales tanto por el tiempo de espera si ocurría un llamado como por refrescarse automáticamente a mitad de visualización durante la atención a un llamado. Finalmente se rediseñó la base de datos para que al insertarse un registro de un llamado desencadenara un trigger y fuera este evento el que refrescara la pantalla del operador con la nueva información. En el ajuste final se cambió para que se muestren únicamente las atenciones no concluidas para no saturar la pantalla con gran cantidad de marcadores en el mapa.

La documentación de este desarrollo completo quedó bajo propiedad y resguardo de la empresa desarrolladora del software.

Testing

Requerimientos para las pruebas

Para realizar este desarrollo se requirió hacer en dispositivos físicos, ya que la generación de mapas en dispositivos emulados como los proporcionados por Eclipse y Android Studio no es posible dado que se requieren dispositivos que tengan instalado el Google Play Services, y aunque sí es posible instalarlo en GenyMotion éste no emula dispositivos específicos.

Prueba en diferentes modelos de teléfonos móviles

Para ello se contó con la participación de los alumnos de la Universidad que poseían smartphones, para lo cual se creó una base de datos con los diferentes modelos objetivo para probar que funcionara en todos ellos, clasificándolos por marca, modelo y submodelo, por ejemplo: Samsung, Galaxy, i9300 para el caso del Samsung Galaxy Siii, y siendo la prueba piloto con el sistema operativo Android. El procedimiento fue reunir los teléfonos seleccionados con la participación de los alumnos para que instalaran la App, la ejecutaran capturando la llamada de Auxilio y enviándola. Enseguida verificar en la consola de la central que ese reporte ha sido recibido y concuerda con un identificador y los datos enviados, así como la localización.

Las Fig. 5 y 6 muestran el censo de dispositivos móviles que se realizó a la población estudiantil para conocer los dispositivos físicos con los que se podían realizar las pruebas de funcionalidad.

Figura 3 Censo de alumnos con smartphone

Fuente: Elaboración interna, cuerpo docente de Ing. en Sistemas Computacionales - UPZ

Figura 4 Listado de modelos objetivo de smartphone

Fuente: Elaboración interna, cuerpo docente de Ing. en Sistemas Computacionales - UPZ

Considerando que la tecnología de celulares ha avanzado a pasos agigantados durante los últimos años, al momento de las pruebas se encontró que algunos modelos de teléfono ya eran obsoletos y además había nuevos modelos respecto de los que se declararon al momento del registro del proyecto por parte de la empresa desarrolladora. Ante esta situación algunos de los modelos de teléfono específicos no se pudieron conseguir físicamente dentro de la población estudiantil, solventándolo mediante la utilización de servicios de emulación de dispositivos móviles en sitios web destinados a tal fin, destacando entre ellas *perfectomobile.com*. La Fig.7 muestra uno de ellos.



Figura 5 Dispositivo móvil emulado en página web con este servicio

Fuente: captura durante fase de Testing.

En caso de no contar con todos los modelos especificados para las pruebas de funcionamiento, se calculó la muestra necesaria en forma estadística para población finita para asegurar que se tuviera la probabilidad de que en un 95% fueran los resultados esperados, con un margen de error del 10%. Se determinó de esta manera por ser la primera y única fase de pruebas y no contar con otros antecedentes similares.

$$n = \frac{k^2 * (p * q * N)}{(e^2 * (N - 1)) + k^2 * (p * q)} \quad (1)$$

Donde:

$p = 0.5$ (probabilidad de éxito)

$q = 0.5$ (probabilidad de fracaso)

k = es una constante que depende del nivel de confianza que se asigne. Para el 95% de confianza $k = 1.96$.

n = Tamaño de la muestra (número de pruebas requeridas)

Realizando el cálculo obtenemos:

$$n = \frac{1.96^2 * (0.5 * 0.5 * 260)}{(0.1^2 * (260 - 1)) + 1.96^2 * (0.5 * 0.5)} = 70 \quad (2)$$

Resultando $n = 70$

Por lo que si se lograban realizar al menos 70 pruebas en 70 teléfonos distintos se podía considerar como válida la fase de Testing, lo cual fue satisfactorio. El número total de pruebas realizadas fue de 153.

Resultados de las pruebas

Los casos que se presentaron es que en algunos teléfonos por la propia seguridad del sistema operativo no permitió extraer el número de teléfono y/o el IMEI en forma automática, por lo que al configurar por primera vez la App se tenía que cargar manualmente. Este factor no se consideró de impacto negativo.

La Fig.8 muestra una imagen de un teléfono físico iniciando la App, y en la Fig.9 la App funcionando en un dispositivo emulado, con las opciones para enviar al centro de mando.



Figura 6 La App funcionando en un teléfono real

Fuente: captura durante fase de Testing



Figura 7 Opciones para reporte al centro de mando

Fuente: captura durante fase de Testing

En la Fig.10 se muestra el teléfono emulado luego de enviar el reporte, recibiendo de vuelta el folio del reporte asignado, y dos imágenes de la página web con el mapa del centro de mando desplegando los diversos reportes recibidos (de ubicaciones al azar generadas para las pruebas).

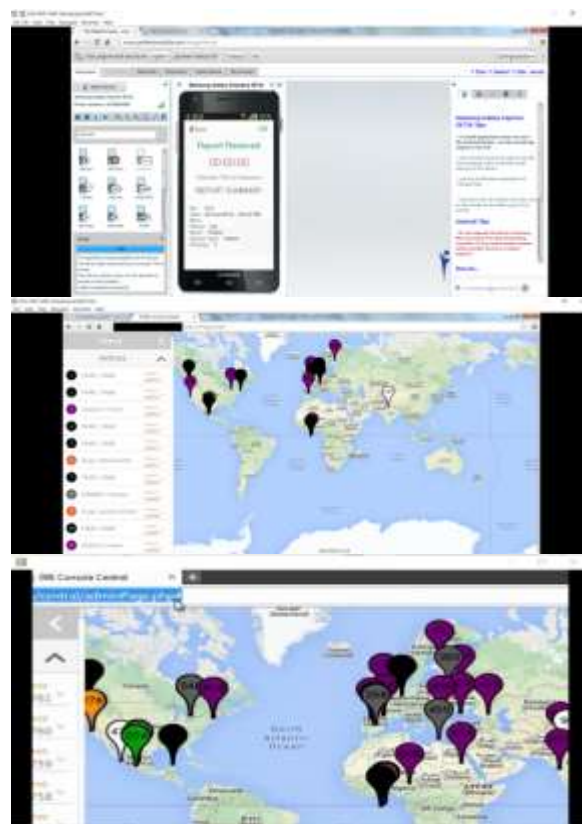


Figura 8 Pantalla de confirmación de reporte recibido, y pantalla de la consola del centro de mando

Fuente: captura durante fase de Testing

Logros

Dado el contexto académico en que se producen este tipo de aplicaciones, no se ha pretendido comercializarlas, pues por la duración de las asignaturas no permite desarrollos completos, pero han servido de base para que los alumnos que egresan del Programa Académico de Ingeniería en Sistemas Computacionales de la UPZ puedan realizar proyectos con estas competencias, dotando a los empleadores de este capital humano que ha desarrollado aplicaciones que utiliza el Gobierno del Estado de Zacatecas y otras dependencias gubernamentales, así como el interés de algunas empresas del sector privado sobre todo para la localización de sus flotillas. Con ello se impulsa el impacto económico de la región al no tener que contratar grandes empresas externas al Estado con precios elevados para el desarrollo de Apps con estas características.

Agradecimiento

Se reconoce y extiende el agradecimiento especial a la Universidad Politécnica de Zacatecas por la disposición para el uso de equipo tecnológico e instalaciones para el desarrollo de este proyecto, así como la participación de personal y alumnos que la componen por el apoyo en la etapa de Testing, al igual que por su difusión en las exposiciones de proyectos con el sector empresarial y académico de la región.

Conclusiones

El desarrollo de la App permitió madurar el aprendizaje de desarrollo en plataforma Android y en las comunicaciones para la codificación haciendo uso de este sistema operativo.

Los trabajos académicos han resultado en el desarrollo de talentos de capital humano capacitado en los nuevos avances tecnológicos, y han servido de base para múltiples aplicaciones de este tipo que ahora se hacen para las dependencias del gobierno del Estado de Zacatecas, destacando entre ellas la “ayudenME” que utiliza Protección Civil. Igualmente los municipios de Guadalupe y Fresnillo han comenzado a utilizar este tipo de tecnologías para la atención a la ciudadanía.



Figura 9 App "ayudenME" de Protección Civil del Estado de Zacatecas

Fuente: Nogales, Michel. AyudenMe. Google Play Store

Referencias

Abrahamsson, P., Keynote: Mobile software development – the business opportunity of today, en Proceedings of the International Conference of Software Development, Reykjavik, Iceland, 2005.

ANDERSON, D. SWEENEY D. y Williams, T. (1982, 2005). Estadística para administración y economía. México: Thomson editors.

Androidhive (2011). Android making HTTP Requests. Jun 6 2017 en Adnroidhive. <https://www.androidhive.info/2011/10/android-making-http-requests/>

API oficial de Android (2017). Location Strategies Jun 6 2017 en Android Developer

<https://developer.android.com/guide/topics/location/strategies.html>

API oficial de Android (2017). Displaying a Location Address. Jun 6 2017 en Android Developer.

<https://developer.android.com/training/location/display-address.html>

Blanco, P. et al (2009). Metodología de desarrollo ágil para sistemas móviles. Aug 02 2017. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid, en:

http://www.adamwesterski.com/wp-content/files/docsCursos/Agile_doc_TemasAnv.pdf

Catalán, Adrián. (2011). Curso Android: Geolocalización y utilización de mapas. Jul 6 2017 de Google en Maestros del web.

<http://www.maestrosdelweb.com/curso-android-geolocalizacion-utilizacion-mapas-google/>

Clodoaldo, S. y Robledo, D. (2013). Programación en Android. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

Gobierno de los Estados Unidos de América (2017). Sistema de Posicionamiento Global. Jun 20 2017 en Oficina de Coordinación Nacional de Posicionamiento, Navegación, y Cronometría por Satélite.

<http://www.gps.gov/systems/gps/>

Google Desarrolladores (2017) – Google Maps API. Jun 18 2017 en google Maps API – Preguntas Frecuentes.

<https://developers.google.com/maps/faq?hl=es#google-maps-api-services>

Google Desarrolladores (2017) – Tarifas y planes Jul 20 2017 en Google Maps API.

https://developers.google.com/maps/pricing-and-plans/#sup_3

Kaplan, E. D., & Hegarty, C. J. (2006). Understanding GPS Principles and Applications. Norwood, MA: ARTECH HOUSE, INC.

Universidad Politécnica de Valencia (2017). La API de localización de Android Jun 22 2017 en Master en Desarrollo de Aplicaciones Android.

<http://www.androidcurso.com/index.php/284>

Universidad Politécnica de Valencia (2017). Estrategias localización v2. Jun 22 2017 en Master en Desarrollo de Aplicaciones Android.

<http://www.androidcurso.com/index.php/56-mooc-introduccion/728-estrategias-localizacion-v2>

Spiegel, Murray R (1975). Teoría y problemas de probabilidad y estadística; Ed. McGraw-Hill, Serie Schaum; México.

TOMÁS GIRONÉS, J. (2016). El gran libro de Android (5a. Ed). México: Alfaomega-Marcumbo.

Walpole, Ronald (2012); Probabilidad y estadística para ingenieros y ciencias; Ed. Pearson-Prentice Hall; México.

Wikipedia (2017) Google Maps. Jun 24 2017, de Wikipedia.

https://es.wikipedia.org/wiki/Google_Maps